

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

31.03.03  
01 OCT 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 4月 4日

出願番号

Application Number:

特願2002-102683

[ST.10/C]:

[JP2002-102683]

出願人

Applicant(s):

新日本製鐵株式会社

REC'D 23 MAY 2003

WIPO

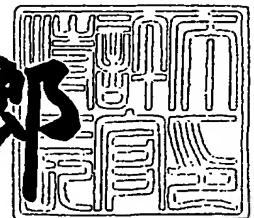
PCT

PRIORITY  
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3033834

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002P0095

【提出日】 平成14年 4月 4日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C30B 29/36  
C30B 25/00

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術  
開発本部内

【氏名】 大谷 昇

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術  
開発本部内

【氏名】 勝野 正和

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術  
開発本部内

【氏名】 藤本 辰雄

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072349

【弁理士】

【氏名又は名称】 八田 幹雄

【電話番号】 03-3230-4766

【選任した代理人】

【識別番号】 100102912

【弁理士】

【氏名又は名称】 野上 敦

【選任した代理人】

【識別番号】 100110995

【弁理士】

【氏名又は名称】 奈良 泰男

【選任した代理人】

【識別番号】 100111464

【弁理士】

【氏名又は名称】 齋藤 悦子

【選任した代理人】

【識別番号】 100114649

【弁理士】

【氏名又は名称】 宇谷 勝幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001719

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成13年度、  
新エネルギー・産業技術総合開発機構「超低損失電力素  
子技術開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30  
条の適応を受けるもの）

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 炭化珪素単結晶基板と炭化珪素単結晶エピタキシャル基板  
及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $60$ 度以下、傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板。

【請求項2】 エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $[0001]$  Si 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $60$ 度以下、傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板。

【請求項3】 エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板。

【請求項4】 エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $[0001]$  Si 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板。

【請求項5】 エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $6$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板。

【請求項6】 エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $[0001]$  Si 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $6$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板。

【請求項7】 請求項1～6の何れか1項に記載の炭化珪素単結晶エピタキ

シヤル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板を用いて、前記基板上に炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜を成長させる工程を包含する炭化珪素単結晶エピタキシャル基板の製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の製造方法により得られた炭化珪素単結晶エピタキシャル基板であって、該基板の口径が 2 0 m m 以上である炭化珪素単結晶エピタキシャル基板。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、炭化珪素単結晶上に成長され、電力デバイスあるいは高周波デバイス用として使用される炭化珪素単結晶エピタキシャル基板およびその製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

炭化珪素 ( S i C ) は、耐熱性及び機械的強度に優れ、放射線に強いなどの物理的、化学的性質から耐環境性半導体材料として注目されている。また近年、高周波高耐圧電子デバイス等の基板ウエハとして S i C 単結晶ウエハの需要が高まっている。

【 0 0 0 3 】

S i C 単結晶ウエハを用いて電力デバイス、高周波デバイスなどを作製する場合には、通常ウエハ上に S i C 薄膜をエピタキシャル成長する必要があり、熱 C V D 法 ( 熱化学蒸着法 ) と呼ばれる方法を用いて S i C ウエハ上に堆積させるのが一般的である。 S i C ウエハの面方位としては、通常 ( 0 0 0 1 ) S i あるいは ( 0 0 0 - 1 ) C ( { 0 0 0 1 } はこれら 2 つの面の総称 ) が用いられるが、これらの面にはマイクロパイプと呼ばれる貫通転位が 5 0 ~ 2 0 0 個 / c m <sup>2</sup> 程度存在し、エピタキシャル成長においてもそのまま引き継がれる。マイクロパイプの上に作製されたデバイスは特性が劣化することが知られており ( 例えば、 T . Kimoto et al., IEEE Tran. Electron. Devices, vol.46 (1999) pp.471-477 ) 、マイクロパイプの低減が急務となっている。一方、 T a k a h a s h i らは、

[1-100]あるいは[11-20]方向に成長したSiC単結晶にはマイクロパイプが存在しないことを示しており(J.Takahashi et al., J. Cryst. Growth, vol.135 (1994) pp.61-70)、さらにYanoらは、(11-20)面を有するウエハに成長したエピタキシャル薄膜を用いてMOS(金属-酸化膜-半導体)デバイスを試作し、4H-SiCの場合、従来の(0001)面を用いた場合に比べ、電子移動度が約20倍になることを示す(H. Yano et al., Materials Science Forum, vol.338-342 (2000) pp.1105-1108)など、(11-20)面を有するウエハ上に成長したエピタキシャル薄膜に対する注目が高まっている。

#### 【0004】

しかしながら、(11-20)面に結晶成長を行う場合、J.Takahashi et al., J. Cryst. Growth, vol.181 (1997) pp.229-240に記載されているように、成長時に積層欠陥が結晶中に入り易く、そのため、マイクロパイプは存在せず、良好なMOS特性も得られる(11-20)面上のエピタキシャル成長膜ではあるが、導入された積層欠陥がデバイスに悪影響を与えるという問題があった。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記したように、(11-20)面を有するSiC単結晶エピタキシャル薄膜を成長させたエピタキシャル基板では、結晶成長中に積層欠陥が入りやすいという問題があった。

#### 【0006】

そこで、本発明は、上記問題点を解決したSiCエピタキシャル基板及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、エピタキシャル成長用の(11-20)面基板にオフ角度を付与することにより、上記課題を解決できることを見出し、完成したものである。

#### 【0008】

即ち、本発明は、

- (1) エピタキシャル薄膜成長させる面が、(11-20)面から、 $\langle 000$

1>軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $60$ 度以下、傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板、

(2) エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $[0001]$  Si 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $60$ 度以下、傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板、

(3) エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板、

(4) エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $[0001]$  Si 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板、

(5) エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $6$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板、

(6) エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $[0001]$  Si 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $6$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板、

(7) (1)～(6)の何れか一つに記載の炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板を用いて、前記基板上に炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜を成長させる工程を包含する炭化珪素単結晶エピタキシャル基板の製造方法、

(8) (7)に記載の製造方法により得られた炭化珪素単結晶エピタキシャル基板であって、該基板の口径が $20\text{ mm}$ 以上である炭化珪素単結晶エピタキシャル

ル基板、  
である。

【0 0 0 9】

【発明の実施の形態】

本発明では、SiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用の基板として、エピタキシャル薄膜成長させる面が、(11-20)面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向に、3度以上60度以下傾いた面であるSiC単結晶基板を用いることにより、積層欠陥の発生を防止することができる。なお、本発明において、該SiC単結晶基板は六方晶SiC単結晶からなる基板であり、面指数はミラー指数表示法に基いて記載される。参考として、図1に六方晶SiC単結晶の面指数を説明する概略図を示す。

【0 0 1 0】

{0001}面に垂直方向にSiC単結晶を成長した場合に積層欠陥が発生するメカニズムについては、J.Takahashi and N.Ohtani,phys. stat. sol. (b), vol.202 (1997) pp.163-175に記載されている。熱CVD法によるSiC単結晶薄膜の成長においては、原料ガスの分解により供給されるSiC分子が基板表面に吸着し、これが結晶に規則正しく取り込まれていくことによって結晶が成長する。積層欠陥は、この吸着SiC分子が結晶に取り込まれる際に、正規の配位ではなく、誤った配位で取り込まれることによって誘起される。誤った配位で取り込まれたSiC分子は、結晶中に局所的な歪をもたらし、この歪が原因となって積層欠陥が発生する。ここで問題とされている積層欠陥は薄膜成長中においてのみ発生する結晶成長誘起欠陥であり、結晶成長後に薄膜に機械的応力、電氣的ストレス等が加えられることにより発生する結晶欠陥とは区別される。

【0 0 1 1】

すなわち本発明は、上記のメカニズムを解析した上でなされたものであり、エピタキシャル薄膜成長用の基板として(11-20)面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向に3度以上60度以下傾いたSiC単結晶面を用いることにより、吸着分子が



誤った配位で結晶中に取り込まれることを防止し、積層欠陥の発生を抑制したものである。なお、以下の説明において、 $(11-20)$ 面からの単結晶育成面の傾き角度を「オフ角度」（図3中、 $\alpha$ で示される）、該オフ角度が導入される方向を「オフ方向」と称する。

#### 【0012】

図2を用いて、本発明の効果を説明する。オフ角度の導入されていない $(11-20)$ 面基板の上にエピタキシャル薄膜を成長させた場合、結晶成長表面上でSiC分子は吸着配位として複数の配位形態を取り得る（例えば、模式的に図2（a）の（1）と（2）で示される）。複数の配位形態の内、結晶内部と全く同一の結合配位がエネルギー的には最も安定な配位であるが、SiC単結晶の場合、配位間のエネルギー差が極めて小さいために、吸着SiC分子が正規の配位（最安定配位）とは異なった配位で結晶中に取り込まれてしまうことがしばしば起こる。このように誤った配位に取り込まれたSiC分子が起点となって積層欠陥がSiCエピタキシャル薄膜中に発生する。

#### 【0013】

一方、オフ角度を有した $(11-20)$ 面基板の上にエピタキシャル薄膜を成長させる場合には、図2（b）に示したように成長表面にはステップが形成されている。ステップ間隔（密度）はオフ角度の大きさに依存し、オフ角度が小さくなるほどステップ間隔は大きくなり、逆にオフ角度が大きくなるとステップ間隔は小さくなる。成長表面のステップ間隔が或る値以上小さくなると、原料ガスの分解によって供給されるSiC分子は全てステップで取り込まれるようになる。ステップにSiC分子が吸着し、取り込まれる場合には、その配位は一義的に決定され、誤った配位で結晶中に取り込まれることはない。結果、積層欠陥発生が抑制される。なお、オフ角度が小さい場合には、ステップ密度が低下し、その結果SiC分子がステップとステップの間に存在するテラス（図2（a）のオフ角度の導入されていない $(11-20)$ 面に相当）上でも結晶に取り込まれるようになるため、本発明の効果が期待できない。

#### 【0014】

従来、基板表面にオフ角度を付けることは、他の材料系でも行われてきた。し

かしながら今回、本発明者等は、数多くの実験および考察の結果として、数ある条件の中から特に、SiC単結晶基板の(11-20)面においてオフ方向を、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向、好ましくは[0001]Si軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向とすることによって積層欠陥が効果的に抑制できることを見出した。なおここで、前記[0001]Si軸とは、 $\langle 0001 \rangle$ 軸には[0001]Siと[000-1]Cとの2方向があり（すなわち $\langle 0001 \rangle$ 軸とはこれら2方向の総称）、その内の[0001]Si方向のことである。(11-20)面におけるオフ方向としては、[1-100]方向( $\langle 0001 \rangle$ 方向の垂直方向)も結晶学的には考えられるが、この方向にオフ角度を付けた場合には、本発明の効果は得られない。これは、 $\langle 0001 \rangle$ 方向にオフ角度を付けた場合と[1-100]方向にオフ角度を付けた場合とで、ステップの構造等がそれぞれ異なり、[1-100]方向にオフ角度を付けた場合には、ステップでのSiC分子の吸着配位に任意性が残ってしまうためであると考えられる。

#### 【0015】

SiC単結晶の(11-20)面におけるオフ方向とオフ角度の関係を図3に示す。本発明の効果を得るには、オフ方向が、 $\langle 0001 \rangle$ 軸、より好ましくは[0001]Si軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある必要がある。すなわち、図3に示す $\beta$ が、 $-45^\circ \leq \beta \leq 45^\circ$ である必要がある。ここでオフ方向が $\langle 0001 \rangle$ 軸から-45度未満、あるいは45度超の場合には、ステップの構造が[1-100]方向にオフ角度を付けた場合と類似の構造となり、ステップでのSiC分子の吸着配位に任意性が残ってしまうため、本発明の効果が期待できない。

#### 【0016】

また、オフ角度(図3中、 $\alpha$ で示される)としては3度以上60度以下( $3^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ )、好ましくは3度以上30度以下( $3^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ )、さらに好ましくは6度以上30度以下( $6^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ )である。オフ角度( $\alpha$ )が3度未満では、種結晶表面のステップ間隔が大きくなり過ぎ、テラス上でSiC

分子が取り込まれるようになるため、積層欠陥が発生する。また、オフ角度が60度超になると、エピタキシャル基板表面の面方位が(0001) Siあるいは(000-1) Cに近くなるため、デバイス製造における(11-20)面方位の優位性がなくなり、好ましくない。

#### 【0017】

以上説明した、本発明のSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板の好ましい実施形態を以下に具体的に例示する。

#### 【0018】

本発明の第1実施形態は、エピタキシャル薄膜成長させる面が、(11-20)面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向に、3度以上60度以下、傾いた面であるSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板である。

#### 【0019】

本発明の第2実施形態は、エピタキシャル薄膜成長させる面が、(11-20)面から、[0001] Si軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向に、3度以上60度以下、傾いた面であるSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板である。

#### 【0020】

本発明の第3実施形態は、エピタキシャル薄膜成長させる面が、(11-20)面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向に、3度以上30度以下傾いた面であるSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板である。

#### 【0021】

本発明の第4実施形態は、エピタキシャル薄膜成長させる面が、(11-20)面から、[0001] Si軸を中心に[1-100]軸方向に-45度以上45度以下の範囲にある任意の一方向に、3度以上30度以下傾いた面であるSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板である。

#### 【0022】

本発明の第5実施形態は、エピタキシャル薄膜成長させる面が、(11-20

面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $6$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面であるSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板である。

#### 【0023】

本発明の第6実施形態は、エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $[0001]$ Si軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $6$ 度以上 $30$ 度以下傾いた面であるSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板である。

#### 【0024】

これら第1～第6実施形態に係るSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板はいずれも、上述したように、吸着分子が誤った配位で結晶中に取り込まれることを防止し、積層欠陥の発生を抑制したものである。

#### 【0025】

次に、本発明のSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板の製造方法について説明する。

#### 【0026】

本発明のSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板は、まず、 $[000-1]$ C方向に成長した4H型のSiC単結晶（マイクロパイプ欠陥を含むが、積層欠陥は存在しない）から、 $(11-20)$ 面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、オフ角度が $3$ 度以上 $60$ 度以下になるようにウエハを切り出し、鏡面研磨することによって製造することができる。なお切り出しの際、オフ角度の前記任意の方向からのずれは $\pm 1$ 度以内であることが好ましい。

#### 【0027】

また本発明は、上記で説明したような特徴を有する本発明のSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板を用いた、SiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法である。当該製造方法は、前記SiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板上にSiC単結晶エピタキシャル薄膜を成長させる工程を包含することを特徴とするものであり、当該方法によって、マイクロパイプ欠

陥、積層欠陥等の結晶欠陥が少ない良質のSiC単結晶エピタキシャル基板を再現性良く得ることができる。したがって、当該製造方法によれば、20mm以上の口径を有するSiC単結晶エピタキシャル基板を製造することができる。該SiC単結晶エピタキシャル基板は、20mm以上という大口径を有しながら、デバイスに悪影響を及ぼすマイクロパイプ欠陥が皆無で、且つ積層欠陥が極めて少ないという利点を有する。

## 【0028】

以下、本発明のSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板を用いたSiC単結晶エピタキシャル基板の製造方法について説明する。該エピタキシャル基板は、上記で得られたSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板を基板として用いて、SiCのエピタキシャル薄膜を成長させることによって製造される。

## 【0029】

以下、製造方法の一例を具体的に説明する。まず、本発明のSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板をグラファイトサセプタに乗せ、熱CVD装置の成長炉内に入れ、真空排気する。その後、排気を止めて水素ガスを導入し、大気圧にした後、水素ガスを流したまま、誘導加熱によりサセプタを加熱する。サセプタ温度が所定温度（通常摂氏1580度程度）に達したところで、水素ガスに加えて塩化水素ガスを流す。水素ガスおよび塩化水素ガスの流量は、それぞれ $1.0 \sim 10.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $0.3 \sim 3.0 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{sec}$ であることが好ましい。その後、塩化水素ガスを止め、水素ガスは流したままで、所定温度（通常摂氏800度程度）まで降温し、成長炉内の塩化水素ガスをバージした後、再び所定温度（通常摂氏1500度程度）に昇温して、エピタキシャル成長を開始する。SiCエピタキシャル薄膜の成長条件は、特には限定されず適宜好ましい条件を選択することが好ましいが、具体的には、成長温度摂氏1500度、シラン（ $\text{SiH}_4$ ）、プロパン（ $\text{C}_3\text{H}_8$ ）、水素（ $\text{H}_2$ ）の流量が、それぞれ $0.1 \sim 10.0 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $0.6 \sim 6.0 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $1.0 \sim 10.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sec}$ である条件が挙げられ、本発明において好ましく用いることができる。成長圧力は、他の成長条件に応じて適宜選択され

ることが好ましく、一般的には大気圧である。成長時間は所望の成長膜厚が得られる程度行えばよく特には限定されないが、例えば1～20時間で、1～20  $\mu\text{m}$ の膜厚が得られる。このようにして製造されるエピタキシャルウエハは、ウエハ全面に渡って非常に平坦で、マイクロパイプ欠陥、積層欠陥に起因する表面欠陥の非常に少ない良好な表面モフォロジーを有する。

【0030】

#### 【実施例】

以下に、本発明の実施例を述べる。

【0031】

まず、 $[000-1]$  C方向に成長した4H型のSiC単結晶（マイクロパイプ欠陥を含むが、積層欠陥は存在しない）から、 $(11-20)$ 面から $[0001]$  Si方向（ $[0001]$  Si方向からのずれは $\pm 1$ 度以内）に10度オフしたウエハを切り出し、鏡面研磨した後、エピタキシャル成長用基板とした（口径は一番小さいところで20mm）。次に、この基板をグラファイトサセプタに乗せ、熱CVD装置の成長炉内に入れ、真空排気した。その後、排気を止めて水素ガスを導入し、大気圧にした後、水素ガスを流したまま、誘導加熱によりサセプタを加熱した。サセプタ温度が摂氏1580度に達したところで、水素ガスに加えて塩化水素ガスを流した。水素ガスおよび塩化水素ガスの流量は、それぞれ $5.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $1.7 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{sec}$ であった。その後、塩化水素ガスを止め、水素ガスは流したまま、摂氏800度まで降温し、成長炉内の塩化水素ガスをパージした後、再び摂氏1500度に昇温して、エピタキシャル成長を開始した。SiCエピタキシャル薄膜の成長条件は、成長温度摂氏1500度、シラン（ $\text{SiH}_4$ ）、プロパン（ $\text{C}_3\text{H}_8$ ）、水素（ $\text{H}_2$ ）の流量が、それぞれ $5.0 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $3.3 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $5.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sec}$ であった。成長圧力は大気圧とした。成長時間は4時間で、膜厚としては約5  $\mu\text{m}$ 成長した。

【0032】

エピタキシャル薄膜成長後、ノマルスキー光学顕微鏡により、得られたエピタキシャル薄膜の表面モフォロジーを観察したところ、ウエハ全面に渡って非常に

平坦で、積層欠陥に起因する表面欠陥の非常に少ない良好な表面モフォロジーを有するSiCエピタキシャル薄膜が成長されているのが分かった。

#### 【0033】

また、このエピタキシャルウエハを(1-100)面でへき開し、へき開面を溶融KOH(摂氏530度)でエッチングしエピタキシャル薄膜中の積層欠陥密度を調べたところ、積層欠陥に対応する線状のエッチピットは全く観測されなかった。

#### 【0034】

##### (比較例)

比較例として、オフ角度を有しない(11-20)面基板上へのSiC単結晶エピタキシャル成長について述べる。基板として、[000-1]C方向に成長した4H型のSiC単結晶(マイクロパイプ欠陥を含むが、積層欠陥は存在しない)から、(11-20)面ウエハ((11-20)面からのずれは±0.5度以内)を切り出し、鏡面研磨した後、エピタキシャル成長用の基板とした(口径は、一番小さいところで20mmであった)。次に、この基板をグラファイトサセプタに乗せ、熱CVD装置の成長炉内に入れ真空排気し、その後、上記実施例と全く同じ前処理プロセス、成長プロセスを経て、膜厚が約5μmのSiC単結晶エピタキシャル薄膜を得た。

#### 【0035】

エピタキシャル薄膜成長後、ノマルスキー光学顕微鏡により、得られたエピタキシャル薄膜の表面モフォロジーを観察したところ、積層欠陥に起因すると思われる表面欠陥がウエハ表面に観測された。

#### 【0036】

また、このエピタキシャルウエハを(1-100)面でへき開し、へき開面を溶融KOHでエッチングしエピタキシャル薄膜中の積層欠陥密度を調べたところ、エピタキシャル薄膜中に積層欠陥が平均で10個/cmの密度で発生しているのが分かった。

#### 【0037】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明のSiC単結晶エピタキシャル薄膜成長用SiC単結晶基板を用いることによって、積層欠陥が非常に少なく、表面モフォロジーの優れたSiC単結晶エピタキシャル基板が得られる。このような高品質なSiC単結晶エピタキシャル基板を用いれば、電気的特性の優れた電子デバイスを歩留り良く製作することができる。また、この発明により作製した4H型のSiC単結晶エピタキシャル基板を用いれば、従来に比べ格段に低損失な電力デバイスが作製可能である。

【図面の簡単な説明】

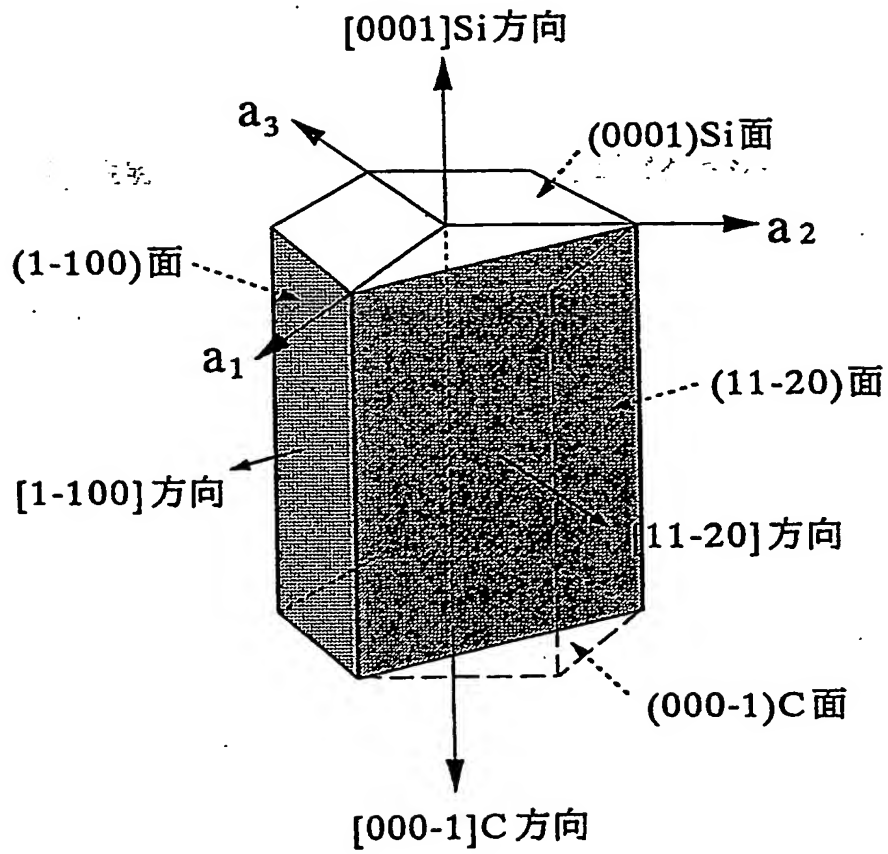
- 【図1】 六方晶SiC単結晶の面指数を説明する概略図である。
- 【図2】 本発明の効果を説明する図である。
- 【図3】 本発明の種結晶のオフ方向とオフ角度の関係を説明する図である



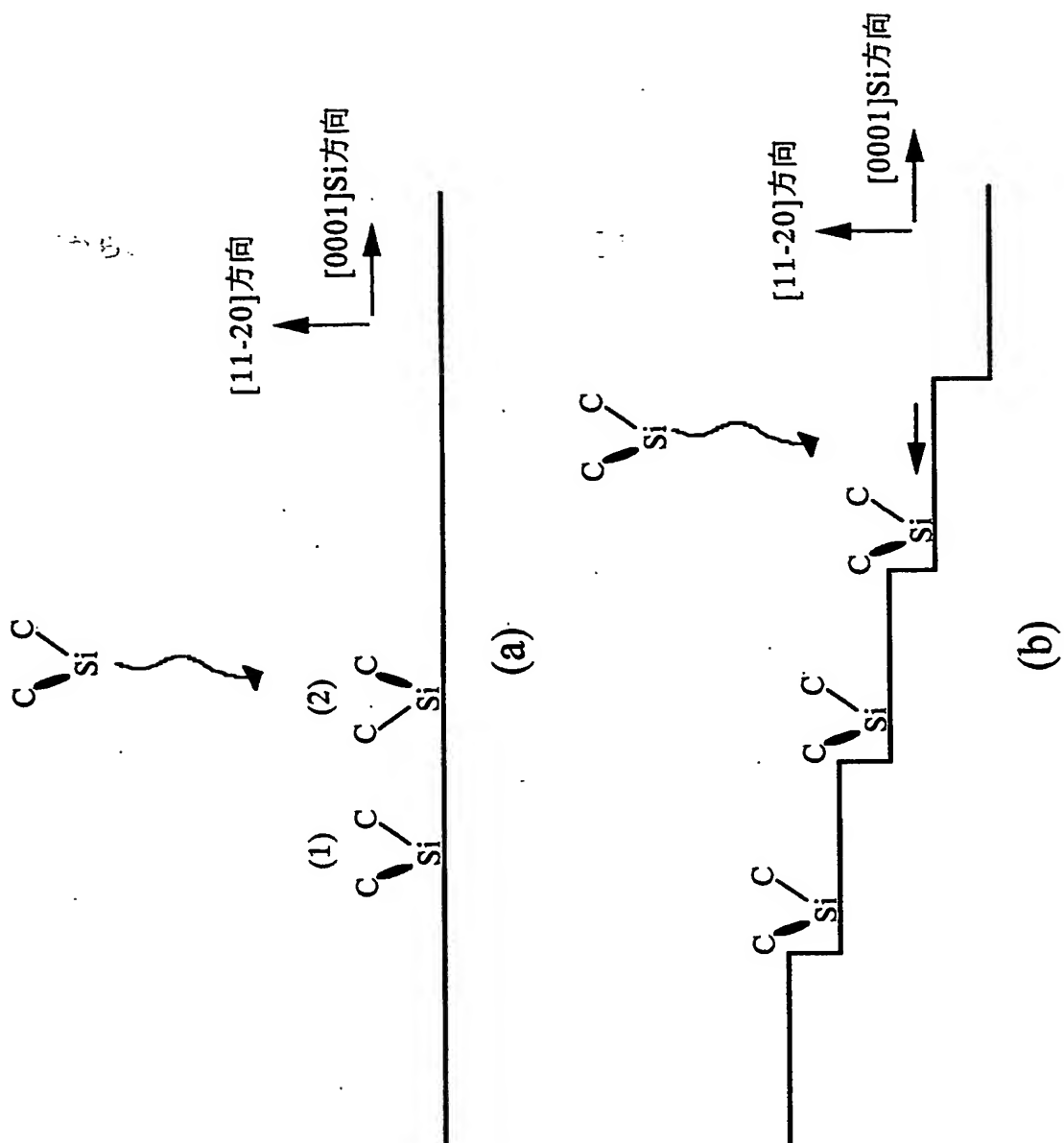
【書類名】

図面

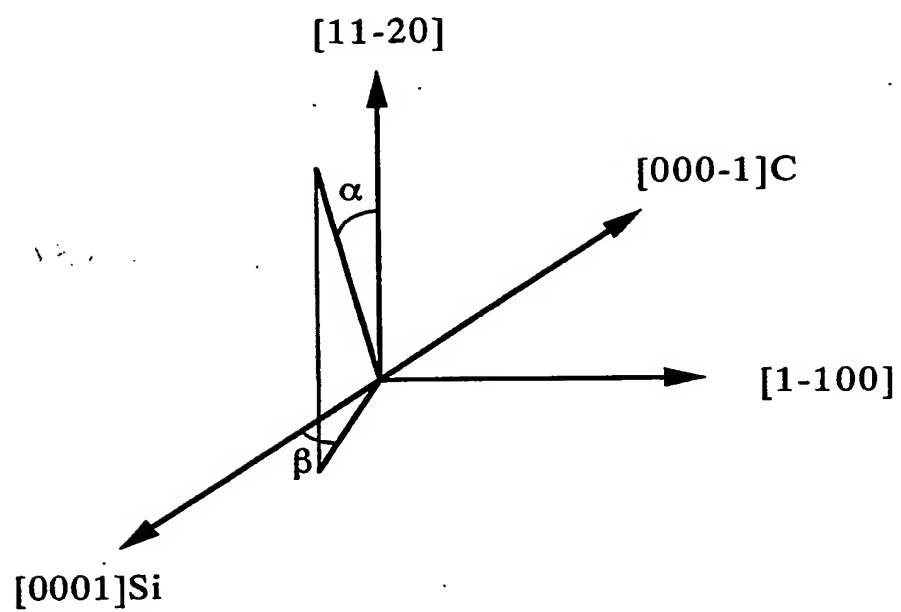
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デバイス製造に適した炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板を提供する。

【解決手段】 エピタキシャル薄膜成長させる面が、 $(11-20)$ 面から、 $\langle 0001 \rangle$ 軸を中心に $[1-100]$ 軸方向に $-45$ 度以上 $45$ 度以下の範囲にある任意の一方向に、 $3$ 度以上 $60$ 度以下、傾いた面である炭化珪素単結晶エピタキシャル薄膜成長用炭化珪素単結晶基板である。当該成長用炭化珪素単結晶基板を用いることによって、積層欠陥が非常に少なく、表面モフォロジーの優れたSiC単結晶エピタキシャル基板が得られる。

【選択図】 なし

出願人履歴情報

識別番号

[000006655]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

氏 名

新日本製鐵株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**